

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-069607

(43)Date of publication of application : 11.03.1994

(51)Int.Cl. H01S 3/18
H01S 3/00

(21)Application number : 04-242750

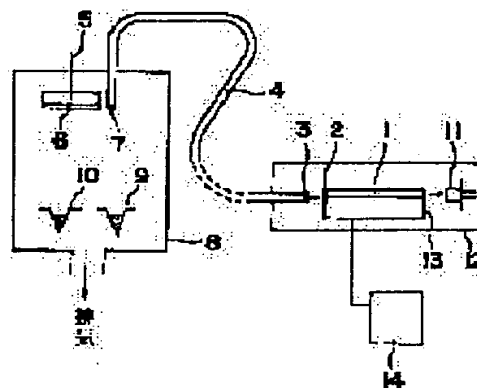
(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO
LTD:THE

(22)Date of filing : 19.08.1992

(72)Inventor : HIRATANI YUJI
UCHIYAMA SEIJI
KIKUTA TOSHIO**(54) MEASURING DEVICE FOR THICKNESS OF THIN FILM AND FORMATION OF REFLECTING MIRROR OF SEMICONDUCTOR LASER BY USE OF THE DEVICE****(57)Abstract:**

PURPOSE: To acquire a film thickness measuring device of a simple structure and high precision and a reflecting mirror of high reflectivity wherein it is used by measuring a thickness of a thin film which is deposited and formed on an optical fiber end surface for each specific wavelength of a semiconductor laser.

CONSTITUTION: An SiO₂ thin film is formed on a substrate 5 as a low refractive index dielectric. When the film is formed to become the same as one-fourth of an oscillation wavelength of a semiconductor laser 1, output of a photodiode 11 shows an extreme value. Formation of the SiO₂ thin film is discontinued when the extreme value is shown, and then deposit of amorphous Si is started as a high refractive index dielectric to form a thin film thereof. Also in the process, when a formed film thickness is one-fourth of the wavelength, that is, when output of the photodiode 11 shows an extreme value, a deposit source of a thin film formation material is switched. A multilayer film 6 which is formed by laminating a low refraction factor dielectric and a high refractive index dielectric alternately is formed on a substrate 5 in this way. A reflecting mirror having high reflectivity can be thereby formed.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-69607

(43)公開日 平成6年(1994)3月11日

(51)Int.Cl.⁵H 0 1 S 3/18
3/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 8934-4M

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平4-242750

(22)出願日 平成4年(1992)8月19日

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 平谷 雄二

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72)発明者 内山 誠治

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72)発明者 菊田 俊夫

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

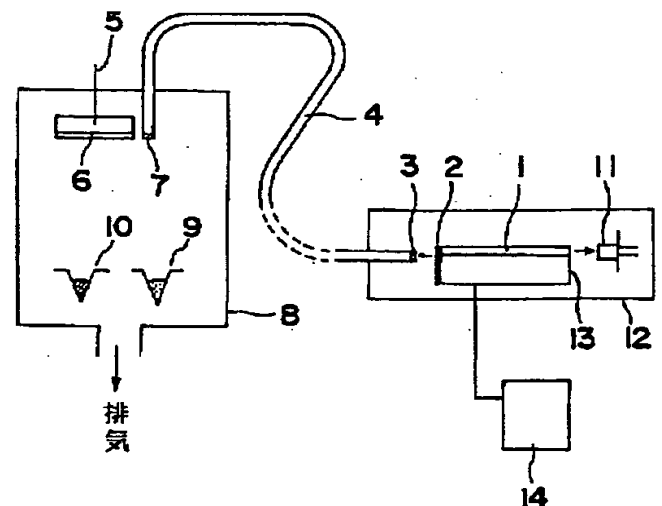
(74)代理人 弁理士 箕浦 清

(54)【発明の名称】 薄膜膜厚測定装置とこれを用いた半導体レーザの反射鏡形成方法

(57)【要約】

【構成】 半導体レーザ (1) の共振器を該レーザの一端面 (13) と、他の端面に無反射の境界面 (2) (3) を介して連結した光ファイバー (4) の先端面とで形成し、上記一端面 (13) を光出力面としてその出力面側に光の出力強度をモニターする測定器 (11) を設置してなり、上記光ファイバー先端面に堆積して成長する薄膜 (7) の膜厚を上記半導体レーザ (1) の発振波長の 1/4 波長毎に測定する薄膜の膜厚測定装置。

【効果】 目的とする薄膜を光ファイバー先端面にも同時に形成し、これを半導体レーザの共振器面とすることにより、該レーザの発振波長の 1/4 波長毎に薄膜の正確な制御が可能となる。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザの共振器を該レーザの一端面と、他の端面に無反射の境界面を介して連結した光ファイバーの先端面とで形成し、上記一端面を光出力面としてその出力面側に光の出力強度をモニターする測定器を設置してなり、上記光ファイバー先端面に堆積して成長する薄膜の膜厚を上記半導体レーザの発振波長の $1/4$ 波長毎に測定することを特徴とする薄膜の膜厚測定装置。

【請求項2】 半導体レーザの共振器である反射鏡を高屈折率誘電体薄膜と低屈折率誘電体薄膜とを交互に積層して作製するに当たり、該半導体レーザの発振する光の波長と同じ波長の光を発振する他の半導体レーザを備えた請求項1記載の膜厚測定装置を用い、その光ファイバー先端面を上記反射鏡形成面の近傍に設置して該反射鏡形成面と光ファイバー先端面とに同時に誘電体薄膜を成長させることにより、積層する各膜厚をそれぞれ上記他の半導体レーザの発振波長の $1/4$ 波長とすることを特徴とする半導体レーザの反射鏡形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体レーザを用いて成長する薄膜の膜厚を測定する装置とその装置を利用して半導体レーザの反射鏡を形成する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 面発光レーザ、あるいは短キャビティレーザ等の半導体レーザはシングルモード発振、集積性に優れる等の利点を持つ。半面、レーザ領域がすくないため、レーザ発振を実現するには99%以上の高い反射率を持った共振器が必要とされる。

【0003】 このような高い反射率の反射鏡を作製するには、半導体レーザの反射鏡形成面にアモルファスSiや TiO_2 のような高屈折率の誘電体と SiO_2 のような低屈折率の誘電体の薄膜を交互に積層して多層膜とし、同時に各膜の厚さを該半導体レーザの発振波長の $1/4$ 波長とすることによって光の吸収が少なく且つ高反射率が達成される。

【0004】 ところがこのような反射鏡は高反射率が達成できる半面、波長範囲が極端に狭くなってしまう。従って、反射鏡の反射率が最高となる波長をそのレーザの発振波長に合わせるためには、薄膜を正確に発振波長の $1/4$ 波長に制御することが必要とされる。

【0005】 ところで現在上記の誘電体の薄膜を形成する方法としては、蒸着、スパッタ、CVD（化学的气相成長法）等の種々の方法がある。そしてその際薄膜の厚さ制御の方法としては従来から以下のものがあつた。

【0006】 ① あらかじめ薄膜の成長速度を求めておいて、実際の薄膜形成では、成長時間で制御を行う方法。

【0007】 ② 誘電体薄膜を形成する基板の近傍に水晶振動子を設置し、振動子の振動周波数が振動子上に堆積した膜の厚さに比例することを利用した方法。

【0008】 ③ 誘電体薄膜を形成する基板の近傍にダミーの基板を設置し、そのダミー基板に光を当てたとき、反射する光の強度がダミー基板に堆積した膜の厚さの関数であることを利用した方法。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 上記①と②の膜厚制御方法は、時間-膜厚、及び周波数-膜厚の関係から間接的に膜厚を制御している。このため、薄膜の成長速度は装置の状態に左右されてしまい、また膜の組成がずれた場合、膜厚、周波数の比例関係がずれてしまう。そのため、99%以上の高反射率を再現性よく作製することは困難であつた。

【0010】 また③の方法では薄膜成長室に光を導入し、或いはダミーの基板から反射してくる光を検知するのに複雑な装置構成を必要とした。

【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明はこれに鑑み種々検討の結果、簡単な構成で且つ精度の良好な膜厚測定装置とこれを用いることにより高い反射率の反射鏡を得る方法を開発したものである。

【0012】 即ち本発明の薄膜膜厚測定装置は、半導体レーザの共振器を該レーザの一端面と、他の端面に無反射の境界面を介して連結した光ファイバーの先端面とで形成し、上記一端面を光出力面としてその出力面側に光の出力強度をモニターする測定器を設置してなり、上記光ファイバー先端面に堆積して成長する薄膜の膜厚を上記半導体レーザの発振波長の $1/4$ 波長毎に測定することを特徴とするものである。

【0013】 また本発明の反射鏡形成方法は、半導体レーザの共振器である反射鏡を高屈折率誘電体薄膜と低屈折率誘電体薄膜とを交互に積層して作製するに当たり、該半導体レーザの発振する光の波長と同じ波長の光を発振する他の半導体レーザを備えた請求項1記載の膜厚測定装置を用い、その光ファイバー先端面を上記反射鏡形成面の近傍に設置して該反射鏡形成面と光ファイバー先端面とに同時に薄膜を成長させることにより、積層する各膜厚をそれぞれ上記他の半導体レーザの発振波長の $1/4$ 波長とすることを特徴とするものである。

【0014】

【作用】 このような膜厚測定装置において、光ファイバーと連結していない半導体レーザの端面からの光出力は共振器面となる光ファイバーの先端面が形成する反射鏡（即ち屈折率が異なる物質が接している界面）の反射率によって変化する。一方、一般に反射鏡の反射率は該反射鏡面に積層した屈折率の異なる薄膜のそれぞれの膜厚によって変化し、その膜厚が当該半導体レーザの発振波長の $1/4$ 波長毎に極大値と極小値を示す。

(3)

【0015】従って上記膜厚測定装置において反射鏡となるのは光ファイバー先端面であるから、この場合光出力は、光ファイバー先端面に形成する膜厚が該レーザの発振波長の $1/4$ 波長毎に極大値と極小値を交互に示すことになる。即ち本発明装置では光出力をモニターしておくことにより、該出力の極大点と極小点において、光ファイバー先端面に成長した薄膜の膜厚をそのレーザの発振波長の $1/4$ 波長毎に測定できるものである。

【0016】上記膜厚測定装置を半導体レーザの多層膜反射鏡の膜厚制御に用いる際には、その光ファイバー先端面を上記多層膜反射鏡形成面の近傍に設置してこれらの面に同時に低屈折率誘電体と高屈折率誘電体を交互に成長させてこれらの多層薄膜を形成する。そしてこのとき上記膜厚測定装置に設置されている半導体レーザの発振波長を、反射鏡を形成しようとしている半導体レーザの発振波長と同一のものとしておき、該測定装置でモニターしている光出力が極値を示す毎に成長させる誘電体材料を切り替える。こうすることにより成長させた多層薄膜の厚さはそれぞれが半導体レーザの発振波長の $1/4$ 波長となるので、作製した半導体レーザの反射鏡はその発振波長に対して99%以上の高反射率を示すものが得られる。

【0017】

【実施例】次に本発明の実施例として電子ビーム蒸着装置により半導体レーザに高反射率の反射鏡を形成する場合を説明する。図1に示すように、薄膜成長室(8)内に低屈折率誘電体の蒸着源(9)として SiO_2 を、また高屈折率誘電体蒸着源(10)としてアモルファス Si を設置し、これらを交互に蒸発させて積層し、基板(5)である半導体レーザの反射鏡形成面に多層膜(6)を形成させる際に次のような膜厚測定装置を用いて膜厚を制御した。

【0018】即ち該基板半導体レーザ(5)と同じ発振波長を有する半導体レーザ(1)をモジュール筐体(12)内に設置し、該レーザの一方の端面は無反射コーティング(2)を施し、他方の端面(13)は光出力面として該出力面から出射した光はフォトダイオード(11)に入射させる。このフォトダイオード(11)は出力光の強度を常に測定してこれをモニターしておくものである。また上記無反射コーティング(2)面は、やはり一端面を無反射コーティング(3)された光ファイバー(4)の該一端面と光学的に連結させ、さらにその光ファイバー(4)の他端部は薄膜成長室(8)内に導入してその他端面を基板(5)の反射鏡形成面の近傍に並べて設置した。なお図中(14)は半導体レーザ(1)を駆動する定電流源である。

【0019】以上のような構成で基板(5)上に高反射率の反射膜を成長させる手順を説明する。先ず基板(5)上に低屈折率誘電体として SiO_2 の蒸着を開始して SiO_2 の薄膜の形成を行う。時間の経過に従い、

該基板(5)上及び光ファイバー(5)の先端面に SiO_2 の薄膜が成長してゆく。そしてその膜厚が半導体レーザ(1)の発振波長の $1/4$ 波長と等しくなった時にフォトダイオード(11)の出力は極値を示す。この極値を示した時点で SiO_2 薄膜の形成を中断して次に高屈折率誘電体としてアモルファス Si の蒸着を開始してその薄膜形成を行う。この場合も上記と同様に成長膜厚が $1/4$ 波長となったとき、即ちフォトダイオード(11)の出力が極値を示したときに薄膜成長材料の蒸着源の切替えを行う。

【0020】このようにして基板(5)に低屈折率誘電体と高屈折率誘電体を交互に積層した多層膜(6)を形成し、発振波長 $1.3\mu\text{m}$ の光に対して99%以上の高反射率を有する反射鏡を形成できた。さらに本発明の方法により、波長が $1.3\mu\text{m}$ 以外の光に対しても良好な反射率を有する反射鏡が得られた。

【0021】この実施例では反射鏡の形成装置として電子ビーム蒸着装置を例にとりて説明したが、他に抵抗加熱の蒸着装置等も利用できる。

【0022】

【発明の効果】このように本発明装置によれば、目的とする薄膜を光ファイバー先端面にも同時に形成し、これを半導体レーザの共振器面とすることにより、該半導体レーザの発振波長の $1/4$ 波長毎に薄膜の正確な膜厚を測定できる。そしてこの装置を用いることにより、半導体レーザとして誘電体多層膜からなる高反射率の反射鏡が得られる。さらに本発明装置によれば半導体レーザの出力が最小となるようにして半導体レーザの反射鏡の薄膜を形成したところ、低反射率の反射鏡の形成も精度良く行うことができた。また本発明装置は極めて簡単な構成であるため構成部品である半導体レーザ、フォトダイオード等を一つのモジュールにすることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 半導体レーザ
- 2, 3 無反射コーティング
- 4 光ファイバー
- 5 基板半導体レーザ
- 6 多層膜
- 7 光ファイバー先端面の多層膜
- 8 薄膜成長室
- 9 低屈折率誘電体蒸着源
- 10 高屈折率誘電体蒸着源
- 11 フォトダイオード
- 12 モジュール筐体
- 13 半導体レーザ端面
- 14 レーザ駆動用定電流源

(4)

【図1】

